

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

INSTITUT DES FORETS-DEPARTEMENT FORESTERIE
DIVISION AMELIORATION GENETIQUE

TERMINALIA IVORENSIS.
ESSAI COMPARATIF DE PROVENANCES DESCENDANCES MOPRI 1987.
Inventaire 1992

CHAIX Gilles
Ingénieur de recherche CIRAD-Forêt
ROUYRRE Nicolas
Ingénieur de recherche, CSN, CIRAD-Forêt
FEVRIER 1993

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1-PRESENTATION DE L'ESSAI.

1-1 Matériel végétal

1-2 Dispositif

2/RESULTATS DES PRECEDENTS INVENTAIRES.

2-1 Variables analysées

2-2 Effet provenance

2-2-1 En 1988

2-2-2 En 1989

2-2-3 En 1990

2-2-4 Les accroissements

2-3 Effet descendance dans les provenances

3/INVENTAIRES.

3-1 Types de données inventoriées

3-2 Résultats globaux et accroissement au niveau des provenances

4/ANALYSE ET INTERPRETATION.

4-1 Analyse de variance au niveau des provenances

4-1-1 Circonférence

4-1-2 Hauteur totale

4-1-3 Hauteur de première vivante

4-1-4 Cylindricité

4-1-5 Nombre de verticille

4-1-6 Rectitude

4-1-7 Etat sanitaire

4-1-8 Classe de grosseur de branche

4-2 Comparaison par les pourcentage sur les variables qualitatives

4-3 Analyse en composantes principales sur les meilleures provenances

4-3-1 Provenances Gregbeu, Béoué et Totodrou

4-3-2 Provenances Gregbeu, Béoué et Hiré

5 ANALYSE GENETIQUE INTRA PROVENANCES.

5-1 Dispositif expérimental et modèle d'analyse de variance.

5-2 Variance génétique et héritabilité.

5-2-1 Carrés moyens des écarts résiduels.

5-2-2 Héritabilités.

5-2-3 Choix de provenances et de descendance.

5-3 Corrélations génétiques entre caractères.

CONCLUSION.

INTRODUCTION

Le Framiré est une espèce de pleine lumière qui colonise rapidement les zones défrichées ou mise en lumière. Cette espèce étant une essence importante de reboisements en Côte d'Ivoire, il était nécessaire de faire un effort de recherche visant à rentabiliser au maximum les plantations futures.

Afin d'améliorer la qualité du matériel végétal, plusieurs campagnes de récolte de graines de Framiré ont été organisées sur le territoire de la Côte d'Ivoire. Ces campagnes se sont poursuivies de 1986 jusqu'en 1988. Elles ont permis de récolter 13 provenances qui couvre l'ensemble de l'aire naturelle du Framiré en Côte d'Ivoire.

Ces actions de récolte sont liées au démarrage du programme d'amélioration génétique du *Terminalia ivorensis*. Les graines récoltées ont servi d'une part à la réalisation d'essais comparatifs de provenances descendances à Mopri, à Irobo en 1987 et à la Téné en 1988, et d'autre part à l'approvisionnement en semence des chantiers de la SODEFOR en 1990 pour la plantation de parcelles conservatoires.

Ce document fait le point à cinq ans d'essai avec les résultats des inventaires effectués en 1992. Après une présentation rapide des caractéristiques de l'essai et des résultats antérieurs, les résultats des analyses statistiques seront développés afin de comparer les provenances et surtout les descendances entre elles.

1-PRESENTATION DE L'ESSAI.

L'essai comparatif de provenances descendances de *Terminalia ivorensis* a été installé en Juin 87 sur les parcelles SODEFOR 87/35 et 87/41 du chantier de Mopri.

Chaque année l'essai est inventorié, les résultats de ces derniers ont fait l'objet de plusieurs analyses présentées dans divers rapports (VERHAEGEN D. 1989 1991). L'essai a été éclairci en 1991.

1-1 Matériel végétal:

Les provenances et les descendances testées sont le fruit de plusieurs campagnes de récolte qui se sont déroulées de décembre 1985 à février 1986, par la prospection de l'ensemble de l'aire naturelle du *Terminalia ivorensis* sur le territoire de la Côte d'Ivoire.

Les zones de récolte ont été définies en recherchant le maximum de variabilité, par rapport à la position géographique, le climat, la position dans l'aire de répartition, et bien sûr la présence de fructification.

Au total 9 provenances furent rassemblées, constituées chacune par une vingtaine de semenciers en moyenne. Selon les différents taux de germination et de réussite à l'élevage en pépinière, 8 provenances et 113 descendances sont comparées dans cet essai, celle d'Abengourou est hors dispositif. La constitution des provenances est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 1: Description des provenances.

TRAITEMENT	PROVENANCES	DESCENDANCES
1	APROMPON	9 descendances: 114/86 à 116/86, 118/86 à 120/86, 122/86, 124/86, 128/86.
2	BOUAPE	12 descendances: 98/86 à 101/86, 103/86 à 105/86, 109/86 à 112/86, 96/86.
3	ASSUEFRI	20 descendances: 60/86 à 79/86.
4	TOTODROU	11 descendances: 39/86 à 41/86, 43/86, 46/86, 49/86, 51/86, 54/86 à 57/86.
5	ZAGNE	8 descendances: 20/86, 25/86 à 27/86, 29/86, 30/86, 33/86, 35/86.
6	BEOUE	15 descendances: 133/86 à 136/86, 139/86 à 142/86, 144/86 à 150/86.
7	HIRE	19 descendances: 215/86 à 233/86.
8	GREGBEU	16 descendances: 2/86 à 19/86.
9	ABENGOUROU HD	8 descendances: 80/86, 81/86, 83/86, 84/86, 90/86, 91/86, 94/86, 95/86.

1-2 Dispositif:

L'essai comparatif de provenances est un dispositif en 14 blocs incomplets équilibrés, de 8 traitements correspondant aux 8 provenances répétées sept fois. Il est composé de 56 parcelles unitaires de 147 plants (7×21) à un écartement de $3,75 \times 3,75$ m à la plantation. Chaque arbre est repéré au niveau de la descendance et au niveau de l'emplacement dans la parcelle. La parcelle utile comprend 95 plants (5×19), après élimination des bordures. La superficie de cet essai est de 18,15 hectares.

2/RESULTATS DES DERNIERS INVENTAIRES

Ces résultats sont tirés des rapports de M.VERHAEGEN de 1988 et de 1991.

2-1 Variables analysées

En 1988:

Circonférence au collet; Hauteur moyenne entre 2 verticilles;
Pourcentage d'arbres monocaules; Hauteur de première branche;
Rayon maximum des branches; Coefficient d'élancement;
Nombre de branches vivantes; Hauteur totale;
Nombres de rejets; Hauteur du houppier;
Pourcentage d'arbres sans branches mortes;
Diamètre de la plus grosse branche;
Nombre de verticille; Pourcentage d'arbres aux branches fines.

En 1989:

Nombre moyen de branche morte; Nombre moyen de verticille;
Hauteur de première branche; Pourcentage d'arbres sains;
Pourcentage d'arbres sans défauts;
Hauteur totale; Hauteur moyenne entre 2 verticilles;
Hauteur de houppier; Pourcentage d'arbres aux branches fines.

En 1990:

Nombre de branches sur les quatre premiers verticilles;
Pourcentage d'arbres ayant la pousse terminale intacte;
Hauteur du dernier verticille; Nombre de verticilles;
Pourcentage d'arbres aux branches fines;
Hauteur de la pousse terminale; Circonférence à 1,3 mètres;
Pourcentage d'arbres droits; Pourcentage d'arbres sains;
Nombre moyen de branche par verticille; Coefficient d'élancement;
Hauteur de première branche; Hauteur totale;
Hauteur du houppier; Hauteur moyenne entre deux verticilles.

Variables d'accroissement calculées:

Accroissement en hauteur de 1988 à 1989 et de 1989 à 1990;
Accroissement de hauteur de première branche de 1988 à 1989 et de 1989 à 1990;
Accroissement du nombre de verticilles de 1988 à 1989 et de 1989 à 1990;
Accroissement du nombre de branches mortes de 1988 à 1989.

2-2 Effet provenance.

Les variables analysées qui présentent des différences statistiquement significatives et qui permettent de distinguer les provenances entre elles sont les suivantes:

2-2-1 En 1988:

Les provenances de Gregbeu et de Béoué ont une hauteur de première branche la plus élevée. Les provenances de Gregbeu et d'Assuefri ont moins de verticilles. La hauteur moyenne entre deux verticilles permet de distinguer les provenances de Gregbeu, Béoué, et Bouapé.

2-2-2 En 1989:

La hauteur totale met en évidence les provenances peu vigoureuses d'Assuefri et d'Aprompron. Ces deux provenances ont une hauteur de houppier la plus faible. Les provenances de Bouapé, de Gregbeu et de Béoué ont le plus grand accroissement entre deux verticilles, comparativement à celle d'Assuefri. Le pourcentage d'arbres aux branches fines distinguent deux groupes corrélés avec la vigueur; les provenances d'Aprompron et de Hiré ont plus d'arbres aux branches fines que les provenances de Béoué, de Gregbeu, et de Totodrou.

2-2-3 En 1990:

La hauteur totale, la circonférence, la hauteur du dernier verticille, le pourcentage d'arbres droit, et la hauteur moyenne entre deux verticilles confirment le comportement médiocre de la provenance d'Assuefri par rapport aux autres. Le nombre moyen de branches par verticille est de 4 pour la provenance de Bouapé contre 3 pour celle d'Assuefri. La hauteur de première branche oppose deux groupes de provenances: les provenances de Gregbeu, Béoué, Bouapé, Totodrou et celles de Zagné, d'Aprompron, de Hiré et d'Assuefri.

2-2-4 Les accroissements:

D'une manière générale les accroissements significatifs distinguent deux groupes: les provenances de Gregbeu, Bouapé, Béoué et Totodrou ont des accroissements en hauteur totale, et en hauteur de première branche supérieurs comparativement aux provenances de Hiré, d'Aprompron, de Zagné et surtout d'Assuefri.

L'analyse des trois inventaires mettent en évidence une variabilité qui s'exprime surtout par les variables liées directement ou indirectement avec la vigueur. Ces résultats ont surtout pour cause la médiocrité de la provenances d'Assuefri.

2-3 Effets descendance dans les provenances

Le nombre de variables présentant des différences significatives est inégal d'une provenance à une autre. Dans la plupart des cas, ces différences permettent de distinguer des groupes selon la vigueur, et surtout avec les caractéristiques de forme. D'une manière générale les classements possibles évoluent parfois fortement d'un inventaire à un autre. Les résultats précédents ne sont pas repris mais ils seront comparés avec ceux obtenus à cinq ans.

3/INVENTAIRES

Les résultats suivants concernent l'inventaire réalisé en 1992, c'est à dire en année 5 de l'essai.

3-1 Types de données inventoriées

Les variables mesurées sont les suivantes:
Circonférence à 1,3 mètre;
Hauteur totale;
Hauteur de la première branche vivante;
Hauteur du dernier verticille (inventaire 1991).

Cylindricité: .	Classe 1 Fût cylindrique; Classe 2 Fût non cylindrique; Classe 3 Fût cannelé, gros défaut.
Nombre de verticille; Rectitude du fût:	Classe 1 Fût droit; Classe 2 Fût avec défaut notable; Classe 3 Fût tordu, cassé.
Etat sanitaire:	Classe 0 Arbre sain; Classe 1 arbree atteint.
Classe de branches: . .	Classe 1 Branche fine; Classe 2 Branche de grosseur moyenne; Classe 3 Branche grosse.

3-2 Résultats globaux et accroissement au niveau des provenances:

Tableau 2: Valeur moyennes et accroissement des variables quantitatives entre les années 4 et 5.

	C91	C92	ACC.	HT91	HT92	ACC.	H1B 91	H1B 92	ACC.
T1	40.0	51.0	11.0	9.7	11.4	1.7	4.8	6.3	1.5
T2	40.1	51.0	10.9	10.0	11.7	1.7	5.0	6.5	1.5
T3	36.8	48.2	11.4	8.4	10.3	1.9	4.0	5.1	1.1
T4	41.2	53.2	12.0	9.8	11.5	1.7	5.0	5.9	0.9
T5	40.5	51.5	11.0	9.4	11.3	1.9	4.7	5.9	1.2
T6	42.4	54.0	11.6	10.6	12.1	1.5	5.7	6.8	1.1
T7	39.4	50.0	10.6	9.7	11.4	1.7	4.8	6.1	1.5
T8	43.5	55.1	11.6	10.4	11.9	1.5	5.3	7.0	1.7

C91,C92,HT91,HT92,H1B91,H1B92: Circonférences (cm), hauteurs totales (m), hauteurs de premières branches (m); ACC.: Accroissement entre les deux inventaires; T1,...,T8: Traitements correspondants aux provenances.

4/ANALYSE ET INTERPRETATION

Le traitement statistique des variables mesurées ont été réalisées avec l'aide des logiciels SAS/STAT, et StatITCF.

4-1 Analyses de variance au niveau des provenances

Les variables quantitatives retenues sont au nombre de trois:

- Circonférence à 1,3 mètre;
- Hauteur totale;
- Hauteur de première branche vivante.

Les variables qualitatives retenues sont au nombre cinq:

- Cylindricité du fût;
- Rectitude du fût;
- Nombre de verticille;
- Grosseur des branches;
- Etat sanitaire.

L'essai est traité selon le type du dispositif, c'est à dire, en blocs incomplets équilibrés. L'analyse de variance pratiquée est à 2 critères de classification: Bloc (14), et Provenance (8). L'analyse a été réalisée à partir des moyennes de chaque variable par provenance, et par bloc.

Les résultats des analyses de variance des variables sur l'ensemble des provenances sont présentés dans les tableaux suivants.

4-1-1 Circonférence

Tableau 3: Analyse de variance sur la circonférence.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	valeur du F observé	Pr > F
BLOC	13	95,1	7,31	1,98	0,0537
PROVENANCE	7	242,0	34,7	9,40	0,0001

Tableau 3 bis: Groupes homogènes.

Provenance	Circonférence	Groupes
ASSUEFRI	47,83 cm	<div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>
HIRE	50,10 cm	
APROMPRON	50,47 cm	
BOUAPE	51,26 cm	
ZAGNE	51,69 cm	
TOTODROU	53,53 cm	
BEOUE	54,45 cm	
GREGBEU	54,91 cm	

L'effet provenance est très significatif sur la circonférence, on notera les performances des provenances de Totodrou, Béoué et de Gregbeu ainsi que le comportement médiocre, déjà cité, de celle d'Assuefri.

4-1-2 Hauteur totale

Tableau 4: Analyse de variance sur la hauteur totale.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	valeur du F observé	Pr > F
BLOC	13	28,6	2,20	7,23	0,001
PROVENANCE	7	13,2	1,89	6,20	0,001

Tableau 4 bis: Groupes homogènes.

Provenance	Hauteur totale	Groupes
ASSUEFRI	10,34 cm	
APROMPRON	11,14 m	
HIRE	11,27 m	
ZAGNE	11,42 m	
TOTODROU	11,51 m	
BOUAPE	11,72 m	
GREGBEU	12,06 m	
BEOUE	12,09 m	

L'analyse de variance souligne un effet important de la provenance. Les groupes homogènes sont plus faiblement distincts que précédemment mais le classement reste sensiblement le même.

4-1-3 Hauteur de première branche vivante

Tableau 5: Analyse de variance sur la hauteur de première branche vivante.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	valeur du F observé	Pr > F
BLOC	13	21,05	1,62	4,42	0,002
PROVENANCE	7	14,88	2,12	5,80	0,002

Tableau 5 bis: Groupes homogènes.

Provenance	Hauteur	Groupes
ASSUEFRI	5,05 m	
APROMPRON	6,02 m	
HIRE	6,04 m	
TOTODROU	6,04 m	
ZAGNE	6,08 m	
BOUAPE	6,50 m	
BEOUE	6,69 m	
GREGBEU	7,06 m	

Même remarque que précédemment sur les effets provenances et leur classement.

L'analyse des trois variables quantitatives mettent en évidence des effets provenances significatifs. Elle confirme la mauvaise croissance de la provenance d'Assuefri déjà citée lors des inventaires antérieurs (VERHAEGEN 1991). Les provenances de Totodrou, Béoué et Gregbeu sont les plus vigoureuses et dans une moindre mesure Bouapé.

4-1-4 Cylindricité

Tableau 6: Analyse de variance sur la cylindricité.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	valeur du F observé	Pr > F
BLOC	13	0,43	0,033	2,72	0,0093
PROVENANCE	7	0,26	0,037	3,03	0,013

Tableau 6 bis: Groupes homogènes.

Provenance	Note moyenne	Groupes
APROMPRON	1,72	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="width: 100%; height: 100%; border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; position: relative;"> <div style="position: absolute; top: 0; bottom: 0; left: 0; right: 0; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div> </div>
HIRE	1,79	
ZAGNE	1,81	
BOUAPE	1,81	
ASSUEFRI	1,83	
GREGBEU	1,87	
BEOUE	1,95	
TOTODROU	1,95	

La cylindricité est une variable présentant des différences significatives entre les provenances, mais comparativement aux variables étudiées précédentes, le classement est différent et semble s'inverser quant à la qualité de cylindricité du fut.

4-1-5 Nombre de verticille

Tableau 7: Analyse de variance sur le nombre de verticille.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	valeur du F observé	Pr > F
BLOC	13	3,88	0,30	4,95	0,001
PROVENANCE	7	0,61	0,08	1,44	0,220

4-1-6 Rectitude

Tableau 8: Analyse de variance sur la rectitude.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	valeur du F observé	Pr > F
BLOC	13	3,88	0,30	4,95	0,001
PROVENANCE	7	0,61	0,08	1,44	0,220

La rectitude du fût n'est pas du tout représentative de la variabilité génétique qui pourrait exister. Les attaques successives de défoliateurs sur le peuplement ont entraîné des déformations de rectitude qui sont encore très marquées. Sur l'ensemble des provenances, dix pour-cent seulement des arbres ont reçu la note 1.

4-1-7 Etat sanitaire

Tableau 9: Analyse de variance sur l'état sanitaire.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	valeur du F observé	Pr > F
BLOC	13	0,15	0,011	1,22	0,30
PROVENANCE	7	0,04	0,005	0,53	0,80

Cette variable ne donne pas d'information sur le comportement sanitaire des provenances, cette remarque apparaît beaucoup plus évidente encore sur les pourcentage moyen d'arbres sains présentés dans le tableau 11. Il faudrait revoir les critères de notation de l'état sanitaire lors des prochains inventaires.

4-1-8 Classe de grosseur de branche

Tableau 10: Analyse de variance sur la grosseur des branches.

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Moyenne des carrés	valeur du F observé	Pr > F
BLOC	13	1,10	0,08	4,31	0,000
PROVENANCE	7	0,31	0,04	2,27	0,050

Tableau 10 bis: Groupes homogènes.

Provenance	Note moyenne	Groupes
HIRE	1,44	
BOUAPE	1,51	
ASSUEFRI	1,51	
ZAGNE	1,57	
APROMPRON	1,57	
TOTODROU	1,62	
GREGBEU	1,63	
BEOUE	1,72	

Les groupes ainsi constitués distinguent très peu les provenances entre elles. Par contre la grosseur des branches augmente avec la vigueur des arbres.

4-2 Comparaison par les pourcentages sur les variables qualitatives

Mis à part les variables "Rectitude du fût" qui doit être écartée dans la recherche de la variabilité génétique, nous avons calculé les pourcentages des variables suivantes:

- Pourcentage d'arbres sains (note 0);
- Pourcentage des classes de grosseur des branches (note 1,2,3);
- Pourcentage des classes de cylindricité (note 1,2,3).

Les pourcentages de classe donnent une idée plus globale sur le comportement moyen des provenances entre elles.

Tableau 11: Pourcentage par provenances des notes des variables qualitatives.

PROVENANCE	% ARBRES SAINS	% ARBRES AUX BRANCHES FINES			% ARBRES AU FUT CYLINDRIQUE		
NOTE		1	2	3	1	2	3
APROMPRON	82	54	34	12	31	68	1
BOUAPE	87	61	28	11	24	69	7
ASSUEFRI	83	57	31	12	21	73	6
TOTODROU	92	53	34	13	14	76	10
ZAGNE	85	55	30	15	25	74	5
BEOUE	88	47	36	17	19	71	10
HIRE	87	66	26	8	26	70	4
GREGBEU	83	18	75	7	50	34	16

4-3 Analyses en composantes principales sur quelques provenances

Les analyses en composantes principales ont été réalisées à partir des données sur 6 variables. Elles concernent un premier groupe de trois provenances, Gregbeu, Béoué, Totodrou, qui sont les provenances les plus vigoureuses, puis un second groupe qui reprend les provenances de Gregbeu, Béoué auxquelles est ajoutée la provenance de Hiré (une provenance qui présente de bonne qualité de forme).

Les six variables utilisées sont:

- trois variables quantitatives, circonférence à 1,3 m, hauteur totale, et hauteur de première branche;
- trois variables qualitatives, la cylindricité, le nombre de verticille, et la classe de grosseur des branches.

4-3-1 Provenances de Gregbeu, Béoué et Totodrou:

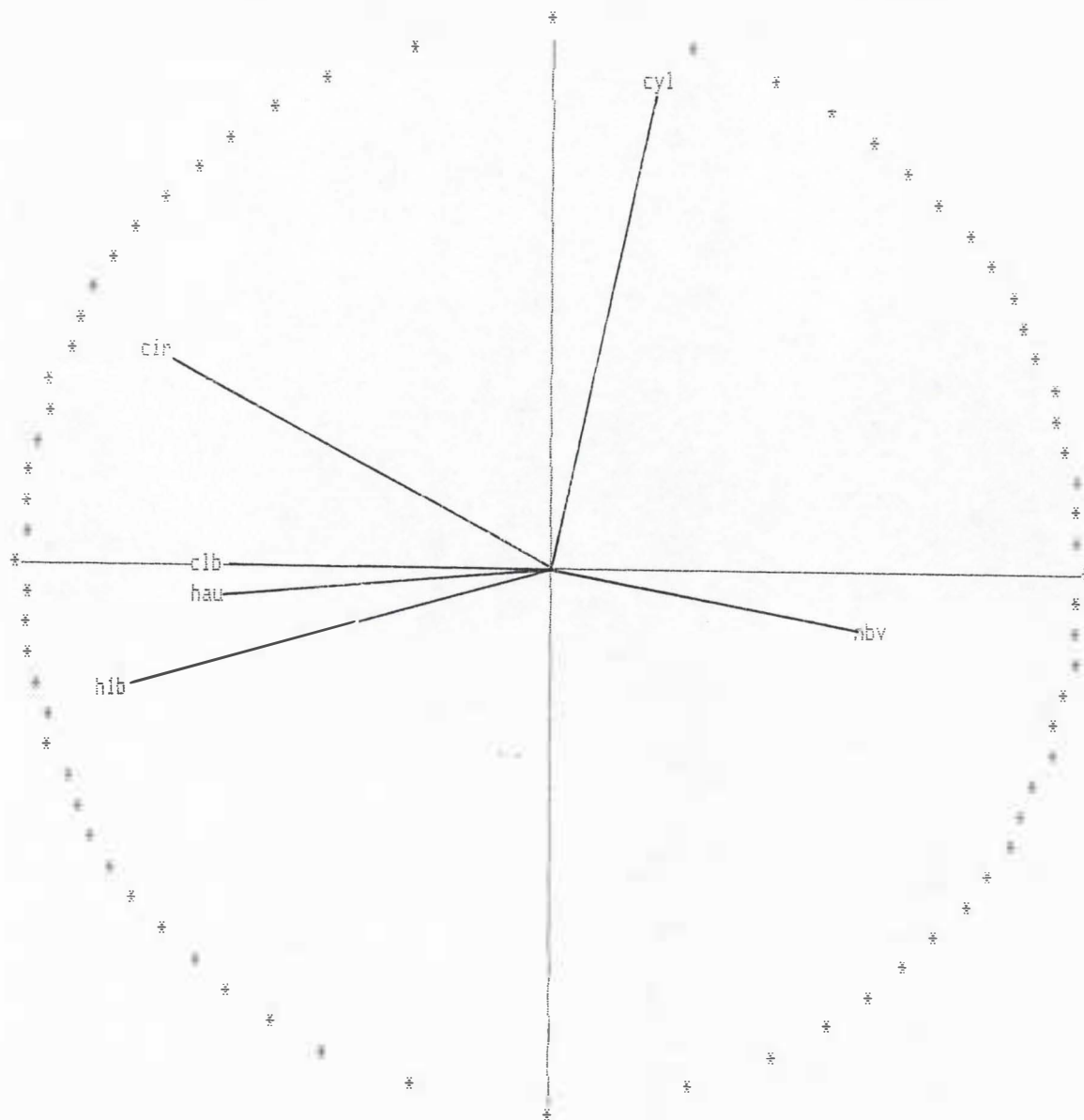
Matrice des corrélations:

	CIRC.	HAUT.	H1BRA.	CYL.	NBV.	CLB.
CIRC.	1.000					
HAUT.	0.423	1.000				
H1BRA.	0.401	0.455	1.000			
CYL.	0.111	-0.111	-0.246	1.000		
NBV.	-0.213	-0.144	-0.551	-0.032	1.000	
CLB.	0.511	0.116	0.274	-0.184	-0.258	1.000

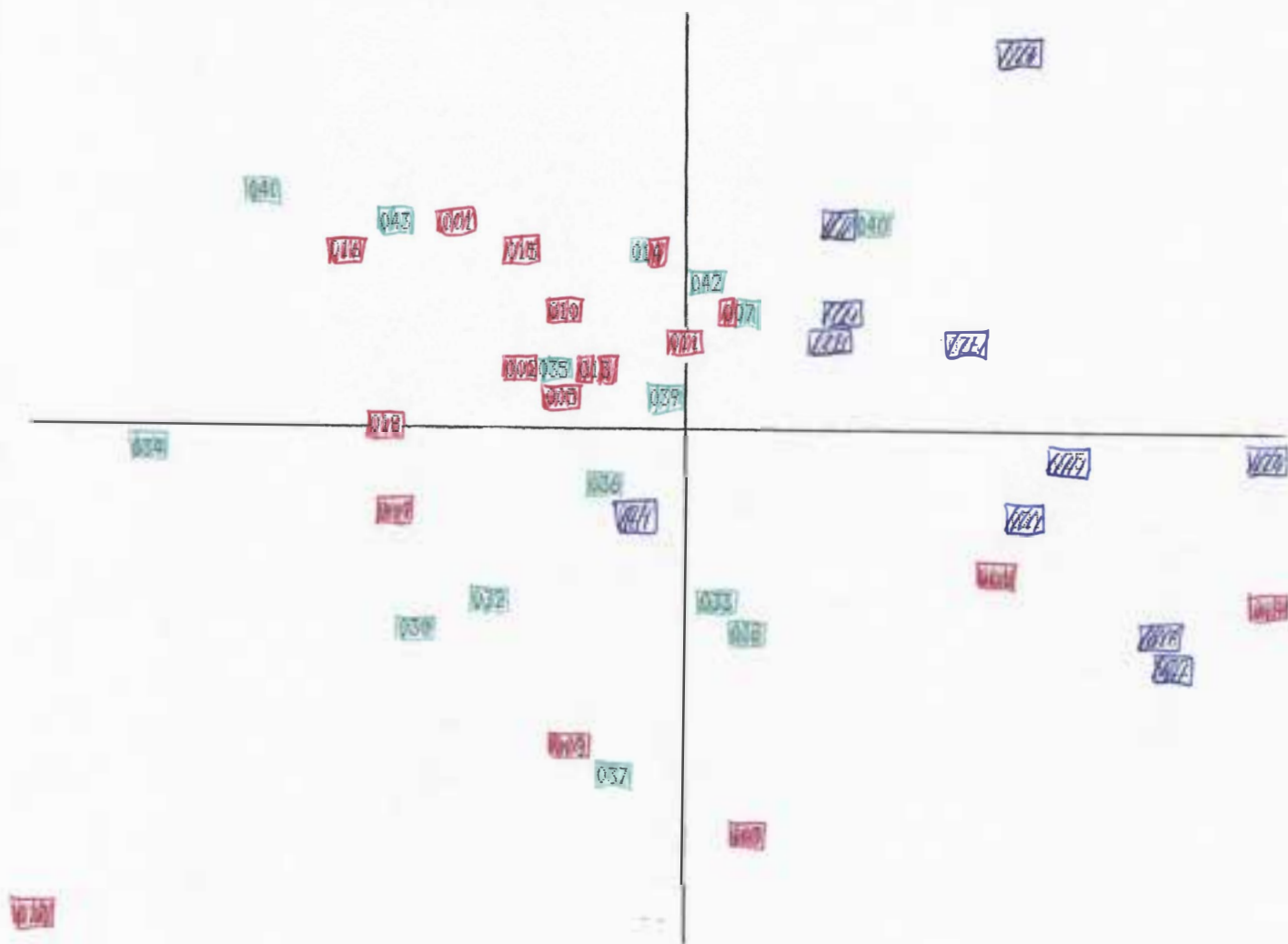
Cercle des corrélations:

L'analyse des correspondances a été effectuée autour de trois axes principaux qui contribuent respectivement à 39,8 %, 18,4 % et 16 % de la variation.

Seul le cercle des corrélations correspondant au plan 1-2 a été étudié (le cercle correspondant au plan 1-3 n'apporte pas d'informations supplémentaires), il explique 58,2 % de l'inertie totale. L'axe 1 est corrélé négativement avec la vigueur, l'axe 2 traduit une bonne cylindricité.



Représentation des descendance sur le plan 1-2



GREGBEU.

BEOUE.

TOTODROU.

4-3-2 Provenances de Gregbeu, Béoué et Hiré:

Matrice des corrélations:

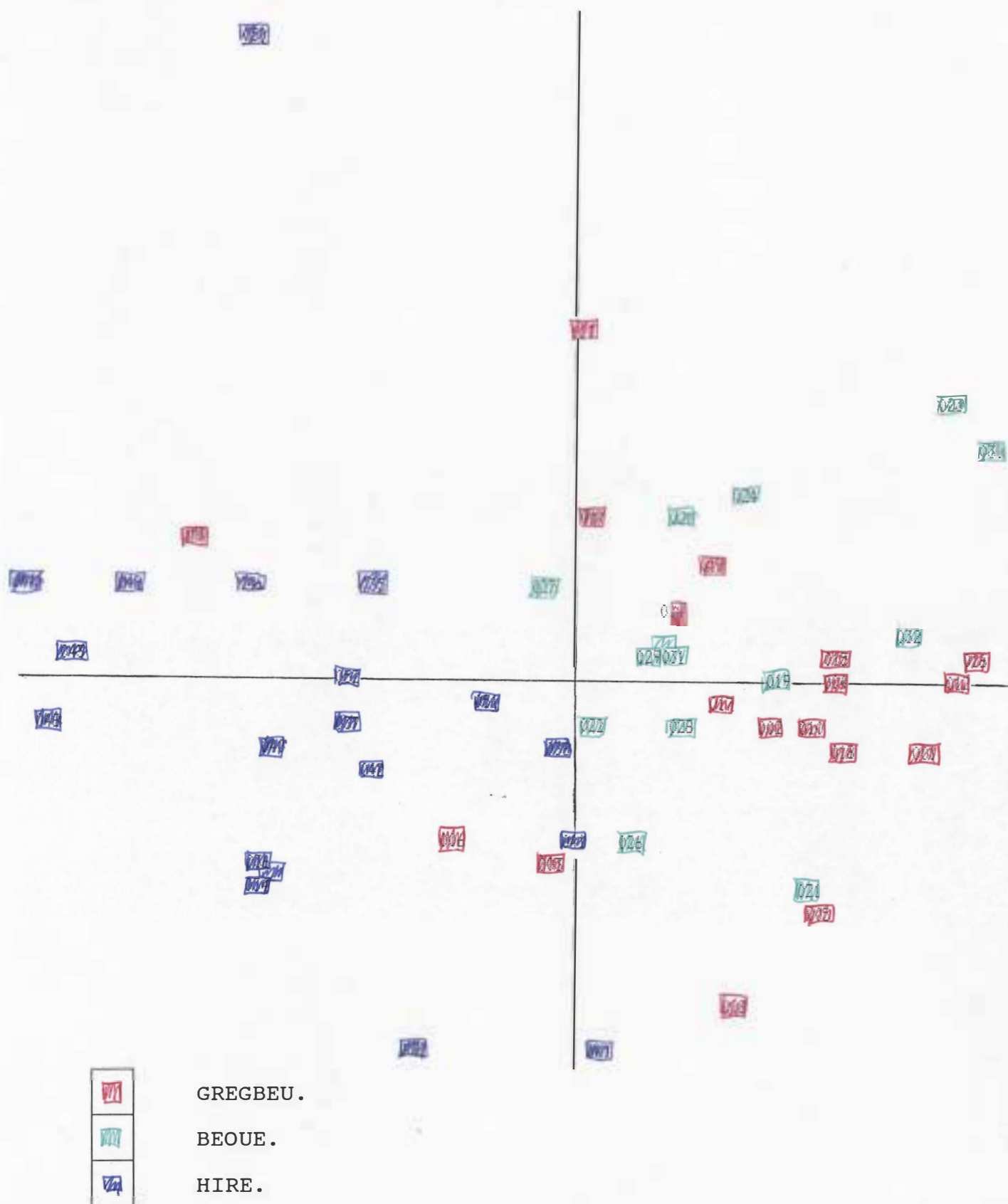
	CIRC.	HAUT.	H1BRA.	CYL.	NBV.	CLB.
CIRC.	1.000					
HAUT.	0.610	1.000				
H1BRA.	0.614	0.596	1.000			
CYL.	0.367	0.149	0.182	1.000		
NBV.	0.042	0.322	-0.009	-0.193	1.000	
CLB.	0.715	0.320	0.488	0.139	-0.125	1.000

Cercle des corrélations:

L'analyse des correspondances a été effectuée autour de deux axes principaux qui contribuent respectivement à 46,5 % et 21,6 % de la variation.

Seul le cercle des corrélations correspondant au plan 1-2 a été étudié (le cercle correspondant au plan 1-3 n'apporte pas d'informations supplémentaires), il explique 68,1 % de l'inertie totale. L'axe 1 est fortement corrélé avec la vigueur, l'axe 2 traduit les qualités de forme.

Représentation des provenances sur le plan 1-2



5/ ANALYSE GENETIQUE INTRA POPULATION.

Introduction.

L'essai comparatif de provenance/descendance de Framiré, implanté à Mopri en 1987 présente deux niveaux de variabilité génétique. Tout d'abord, il existe une variabilité inter provenances qui a déjà été étudiée. Le fait que l'ensemble des huit provenances ne constitue pas un ensemble génétique homogène mais la juxtaposition de provenances étrangères les unes au autres, empêche le calcul de paramètres génétiques pour l'ensemble des individus.

Au contraire, chaque provenance constitue une unité génétique homogène car sans doute issue d'une population en panmixie. Au sein de ces provenances nous connaissons des relation de parenté simple: familles de demi-frères. Cette structure va donc nous permettre de calculer les différents paramètres génétiques relatifs aux structures familiales demi-frères (variances génétiques familiales, héritabilité, corrélation entre caractères).

Les objectifs de ces calculs sont multiples. D'une part il s'agit de discerner les provenances intéressantes pour l'avenir de la population, c'est-à-dire celles présentant une variance génétique interne la plus grande possible, afin de ne pas rétrécir la base génétique, et parmi celles-ci, celles ayant la plus forte héritabilité. De ces paramètres dépendent l'efficacité d'une sélection des descendance au sein des provenances.

D'autre part, nous étudierons dans la mesure du possible les corrélations génétiques entre caractères. Celles-ci peuvent parfois permettre d'identifier des structures de population différentes (liaisons génétiques entre caractères résultant d'histoires différentes).

Malheureusement, la structure de l'essai (peu d'individus d'une même descendance par parcelle) ne permet d'effectuer les calculs que pour les caractères quantitatifs. Il aurait été intéressant d'étudier les corrélations génétiques entre forme du fût et vigueur, ces deux aspects étant les deux axes de la sélection. Dans l'étude suivante nous n'étudierons que des mesures de vigueur: circonférence, hauteur totale et hauteur de première branche.

5-1 Dispositif expérimental et modèle d'analyse de variance.

Chaque provenance est présente dans huit blocs. Au sein de chaque parcelle, 147 plants appartenant à un nombre de descendance variable, sont implantés.

Au sein de chaque parcelle, toutes les descendance d'une même provenance ne sont pas représentées et ne le sont pas en quantités égales. (cf Note de mise en place, Verhaegen, 1987)

Si l'on considère chaque provenance séparément, le dispositif est un dispositif à huit blocs incomplets déséquilibrés.

Le modèle d'analyse de variance utilisé est simple:

$$P_{ijk} = b_j + D_k + R_{ijk}$$

P_{ijk} est le phénotype de l'individu i de la descendance k dans le bloc j ,

b_j est l'effet bloc (fixe),

D_k est l'effet descendance (aléatoire),

R_{ijk} est la résiduelle environnementale + génétique.

Aucun terme d'interaction n'a été considéré.

Les calculs ont été effectués par la procédure GLM du logiciel SAS. Les sommes des carrés de type III ont été utilisées pour l'estimation des variances et covariances génétiques. (pour plus de précision, se référer au manuel SAS).

5-2 Variance génétique et héritabilité.

Les résultats sont résumés par provenances dans les tableaux 12-1 à 12-8. Lorsque les statistiques de Fisher associées à l'effet descendance étaient non significatives, les variances ont été considérées comme nulles.

Tableau 12-1: Aprompon.

	S_G^2	H^2	prob > F
Circonférence	0	0	0.190
Hauteur totale	0	0	0.491
Hauteur de première branche	0	0	0.914

Tableau 12-2: Bouapé.

	S_G^2	H^2	prob > F
Circonférence	3.077	0.592	0.006
Hauteur totale	0.134	0.561	0.011
Hauteur de première branche	0.110	0.483	0.034

Tableau 12-3: Assuéfri.

	S_G^2	H^2	prob > F
Circonférence	0 (2.230)	0 (0.35)	0.070
Hauteur totale	0	0	0.215
Hauteur de première branche	0	0	0.384

Tableau 12-4: Totodrou.

	S_G^2	H^2	prob < F
Circonférence	0	0	0.367
Hauteur totale	0	0	0.721
Hauteur de première branche	0	0	0.539

Tableau 12-5: Zaqné.

	S_G^2	H^2	prob > F
Circonférence	3.225	0.643	0.005
Hauteur totale	0.134	0.577	0.017
Hauteur de première branche	0	0	0.574

Tableau 12-6: Béoué.

	S_G^2	H^2	prob > F
Circonférence	0	0	0.251
Hauteur totale	0	0	0.214
Hauteur de première branche	0	0	0.433

Tableau 12-7: Hiré.

	S_G^2	H^2	prob > F
Circonférence	2.719	0.450	0.022
Hauteur totale	0.219	0.573	0.002
Hauteur de première branche	0 (0.100)	0 (0.368)	0.063

Tableau 12-8: Gregbeu.

	S_G^2	H^2	prob > F
Circonférence	3.051	0.484	0.015
Hauteur totale	0.155	0.499	0.011
Hauteur de première branche	0	0	0.236

5-2-1 Carrés moyens des écarts résiduels.

Il est essentiel de savoir si l'on compare ce qui est comparable. L'observation (graphiques n° 1, 2 et 3) des carrés moyens des écarts résiduels montre une relative homogénéité entre les traitements pour les trois variables quantitatives étudiées.

Ceci peut nous conduire à dire que le dispositif est relativement homogène et que les provenances pour lesquelles on obtient des résultats significatifs n'ont pas bénéficié d'une résiduelle faible.

Les comparaisons suivantes entre provenances sont donc pleinement justifiées.

5-2-2 Héritabilité.

Les calculs réalisés à partir des tableaux d'analyse de variance sont synthétisés sur le graphique n° 4.

Les héritabilités n'ont été calculées que pour les provenances où l'effet génétique était significatif à 10% . Dans les tableaux précédents les héritabilités calculées pour des effets génétiques significatifs à 10% mais pas à 5% ont été mis entre parenthèses. Ceux-ci, en toute rigueur ne peuvent être considérés. Ils apportent cependant une information précieuse: une héritabilité non négligeable de l'ordre de 30% peut donner un effet non significatif. Il est impossible pour ces essais de déterminer une limite d'héritabilité au-delà duquel l'effet génétique est détectable, étant donné les différences entre résiduelles par provenance, et étant donné le dispositif déséquilibré. Nous devons Cependant garder en tête que pour certaines provenances et certain caractères, à un effet génétique non significatif peut correspondre une héritabilité de l'ordre de 30%.

Dans l'ensemble des graphiques, ces cas seront représentés comme les cas significatifs mais y figureront avec la mention NS.

Quatre provenances se détachent par leur bonne variance génétique intra provenance. Ces variances se traduisent par des héritabilité allant, selon les caractères et les provenances, de 0,45 à 0,64. Ces résultats sont moyens et ne permettent pas d'espérer un gain important par sélection inter descendance.

La structure déséquilibrée de l'essai empêche le calcul d'une héritabilité individuelle, mais il est facile de prévoir qu'elle serait très faible. Une sélection du type individu-famille s'avérerait équivalente à une sélection familiale.

On remarquera sur les graphiques n°5, 6 et 7, que les écarts type génétiques, bien que moins importants que ceux phénotypiques, ne sont pas négligeables par rapport aux écarts entre les moyennes par provenances. Ce phénomène, qui est essentiellement vrai pour la circonférence et la hauteur totale, peut s'interpréter positivement par l'existence d'une grande variabilité intra provenance ou négativement par l'absence de variabilité inter provenance. Les difficultés à bien différencier les provenances, rencontrées dans les différents essais comparatifs, incitent à pencher pour la deuxième interprétation.

5-2-3 Choix des provenances et des descendances.

Comme il a déjà été écrit, l'ensemble constitué par les différentes provenances ne constitue pas une population génétiquement homogène. A ce stade, on ne peut donc procéder à une sélection au sens usuel de la génétique quantitative et ceci d'autant plus que aucun calcul de paramètre génétique n'est possible pour les caractères de forme notés par classe.

Il est cependant possible, à la lumière des résultats précédents, ainsi que des résultats des inventaires précédents, de donner des recommandations concernant le choix des descendances. Les calculs ayant porté sur trois caractères quantitatifs, celles-ci se fondent essentiellement sur ces trois caractères.

L'aspect forme semblera négligé ou du moins subordonné à l'aspect vivacité, il ne peut en être autrement dans une analyse de données chiffrées, étant donné la difficulté de quantifier la qualité de la forme.

Il en résulte que l'on ne peut se passer de l'expérience du sylviculteur, laquelle permet de rectifier les choix en écartant les descendances d'une très mauvaise conformation non traduite par les chiffres.

L'objectif lors de la sélection pour la création de la génération suivante est de garder des descendance d'un maximum de provenance en privilégiant celles présentant naturellement une bonne forme et une bonne vigueur, mais aussi une variabilité intra provenance satisfaisante. Le but est de garder une base génétique suffisamment large pour le lancement d'un programme de sélection récurrente.

Si l'on se base sur la circonférence et la hauteur, on peut recommander les choix suivants pour la création de la génération suivante.

- Choisir beaucoup de descendance (10 à 15 sur 18) de Gregbeu en les sélectionnant sur la forme.
- Choisir peu de descendance dans les provenances Aprompon, Totodrou et Béoué (une proportion de l'ordre de 1/10) en les sélectionnant sur la forme.
- Choisir quelques descendance des provenances Hiré, Bouapé et Zagné (de l'ordre de 3/10) en essayant de trouver un compromis entre taille et forme.
- Choisir éventuellement une ou deux descendance de grande taille au sein de la provenance Assuéfri, en écartant naturellement celles de très mauvaise forme.

La provenance Gregbeu présente une bonne taille, une bonne circonférence et une variabilité intra pour ces deux caractères.

Les provenances Hiré, Bouapé et Zagné présentent aussi une bonne variabilité intra provenance pour ces deux caractères mais présentent des valeurs moins bonnes, d'où l'intérêt d'une sélection des meilleures descendance.

La provenance Béoué présente une bonne taille mais une circonférence moyenne et peu ou pas de variabilité. Son introduction en masse n'apporterait rien.

Les provenances Aprompon et Totodrou moyenne et sans variabilité intra provenance, ne peuvent servir que comme petite source de variabilité.

La provenance Assuéfri est la plus médiocre en ce qui concerne la vigueur. Son intérêt réside dans sa bonne forme dont l'héritabilité est d'ailleurs inconnue. Elle peut éventuellement servir de source de variabilité si l'on utilise des descendance et des individus de grande taille.

Il est impossible de garantir les résultats d'une telle sélection. Elle essaie de garder une base génétique large en prélevant des individus dans presque toutes les provenances. Les descendance sont retenues dans les provenances au sein desquelles il existe une variabilité génétique.

On obtient de l'ordre de 27 descendance sélectionnées sur un totale de 113, ce qui est assez faible mais qui doit couvrir une bonne variabilité.

5-3 Corrélations génétiques entre caractères.

Les résultats sont exposés sur les graphiques n°8, 9 et 10. Les corrélations ne sont calculées que lorsque les effets génétiques sont significatifs pour les deux caractères. Ces résultats n'apportent pas beaucoup d'information. On retrouve la corrélation prévisible entre hauteur totale et circonférence.

La hauteur de première branche, peu héritable, est peu corrélée avec les deux autres caractères.

Les résultats obtenus sont peu informatifs. On ne peut différencier des structures génétiques différentes au niveau des corrélations.

CONCLUSION.

L'objectif principal de cet essai était la comparaison de différentes provenances ivoirienne de Framiré. Sur ce point, l'inventaire 1992 confirme les tendances observées les années précédentes.

Une faible variabilité entre les provenances a été observée. Il est cependant possible de distinguer des différences. La provenance Assuéfri est nettement inférieure aux autres concernant les critères de vigueur (circonférence, hauteur totale, hauteur de première branche). A l'opposé, les provenances Gregbeu, Béoué et Bouapé sont les meilleures.

L'identification des descendances au sein des provenances permet d'ébaucher une analyse génétique intra provenance. Il ressort que la variance génétique intra provenance lorsqu'elle est mise en évidence est d'une importance comparable à celle inter provenances.

Cette variabilité a pu être mise en évidence statistiquement sur certaines provenances pour lesquelles elle est forte. Pour les autres (Béoué, Totodrou, Aprompom) ou elle est sans doute plus faible mais non nulle, aucun effet significatif n'a été trouvé.

Ces résultats permettent dès maintenant d'émettre des idées concernant la sélection de provenances et de descendances, notamment en prévision de l'installation d'un verger à graine de descendances. L'essai est encore jeune, aussi, les propositions de sélection devront être confirmées ultérieurement et être confrontées aux résultats des autres essais.

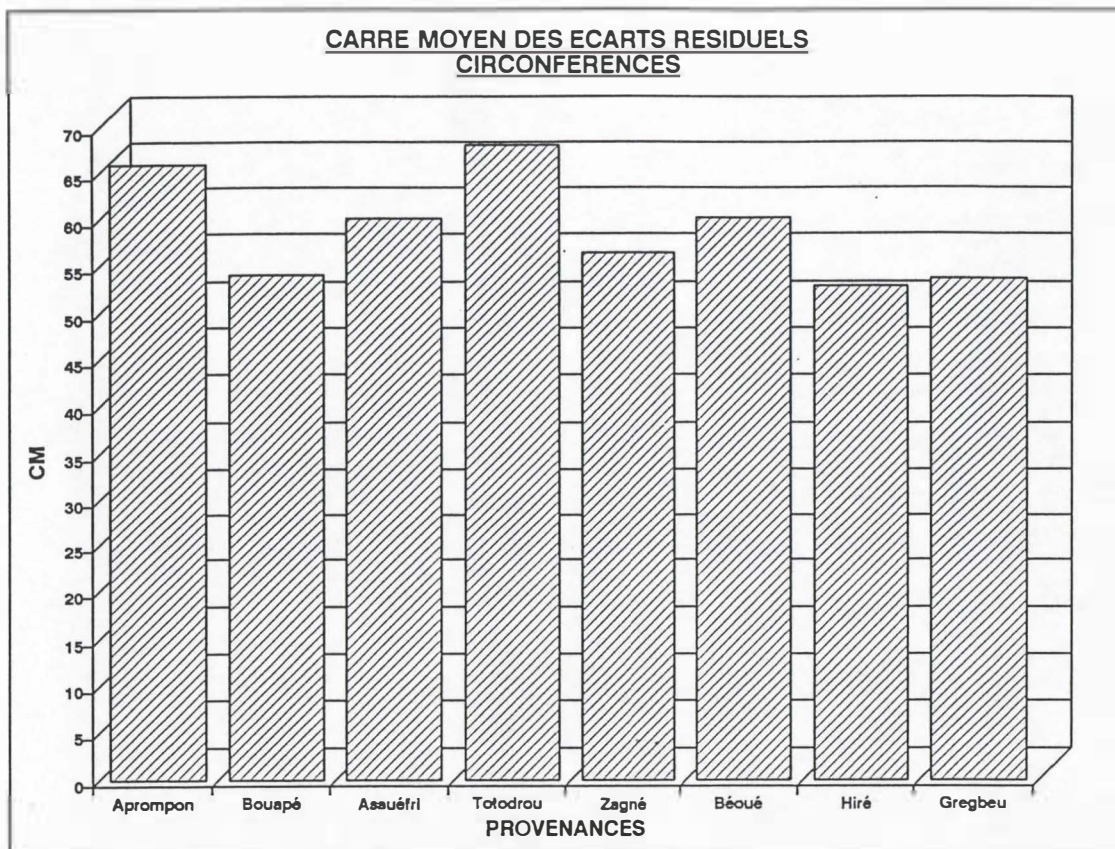
Enfin, l'ensemble des descendances ne constitue pas une population homogène (car composée de la juxtaposition de populations indépendantes). L'effet de l'hybridation inter provenances, bien que a priori positif, est inconnu. On ne peut donc prévoir aisément le progrès d'une variété produite par un verger à graine constitué de descendances sélectionnées au sein de plusieurs provenances.

BIBLIOGRAPHIE.

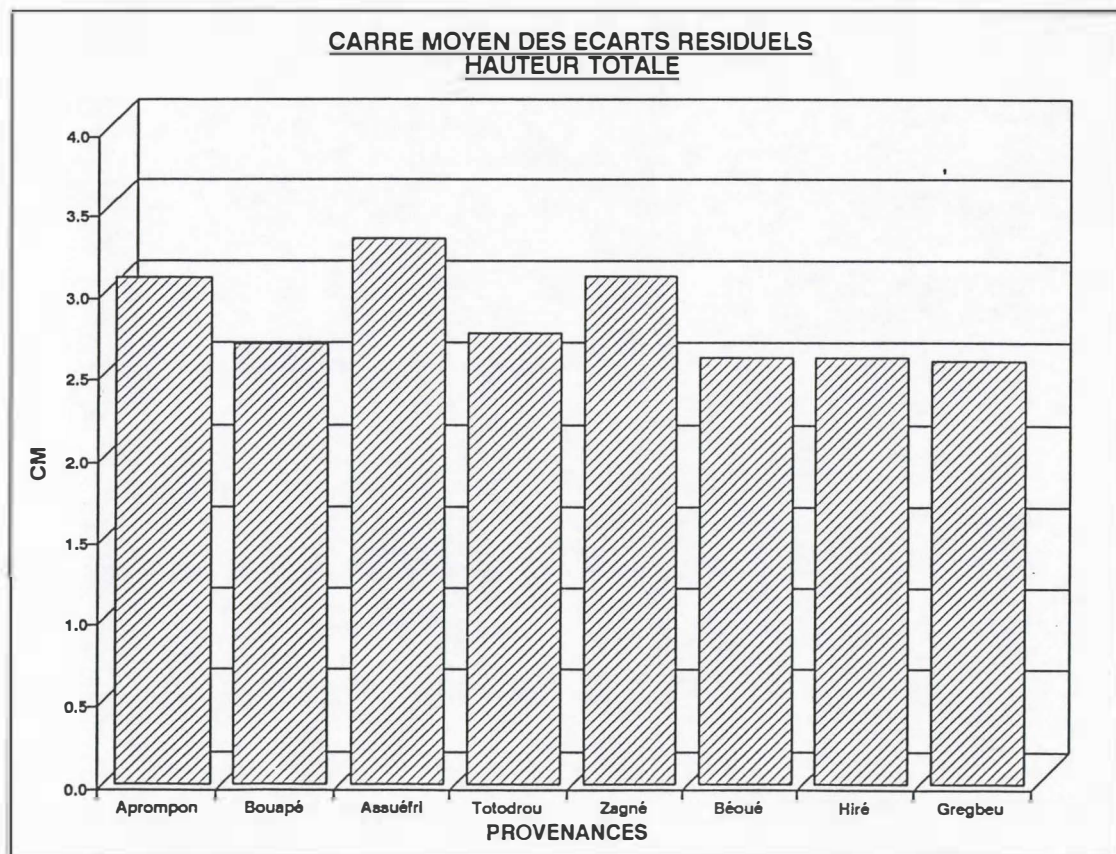
Verhaegen D., 1988: Mise en place d'essais comparatifs de provenances-descendances à Mopri en 1987 et à Irobo en 1987.

Verhaegen D., 1989: Essai comparatif de provenances-descendances de *Terminalia Ivorensis* (framiré) à Mopri en 1987. Résultats des inventaires de Mars 1988.

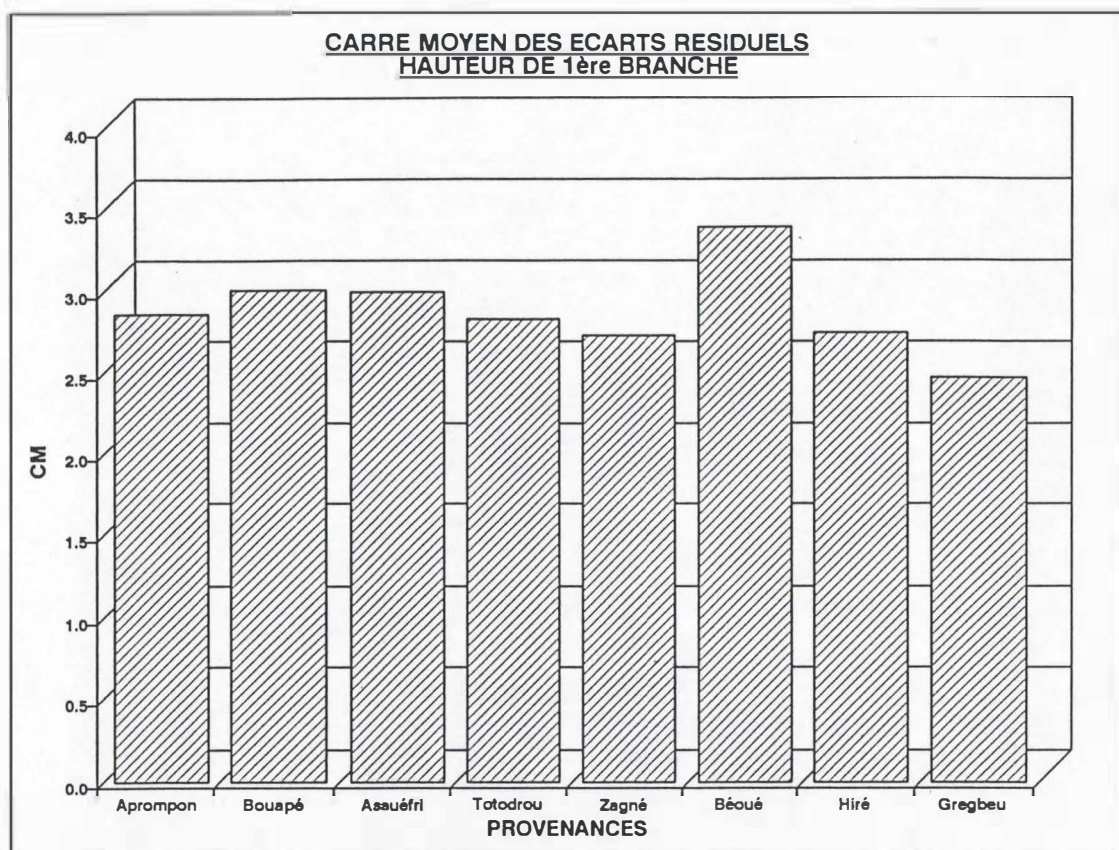
Verhaegen D., 1991: Essai comparatif de provenances-descendances ivoiriennes de *Terminalia ivorensis* a Mopri. Variabilité phénotypique observée de 1988 à 1990. Eclaircie de 1991.



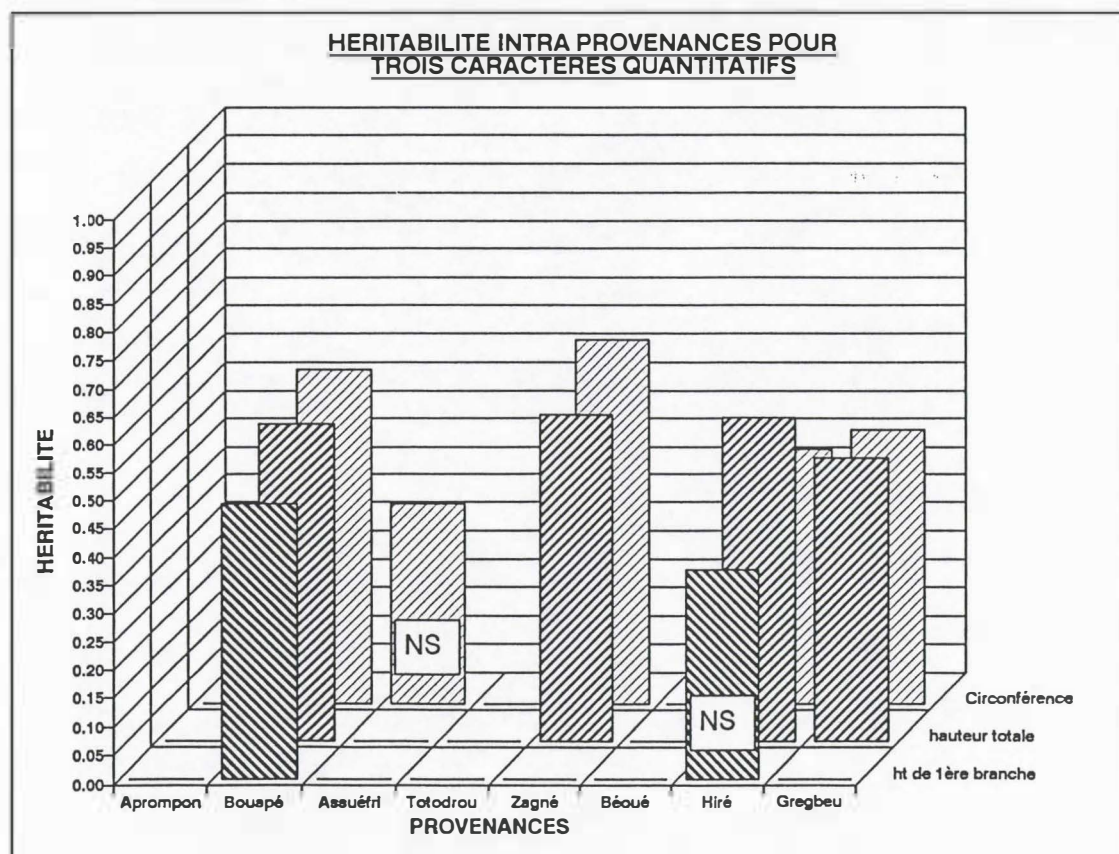
GRAPHIQUE N°1



GRAPHIQUE N°2.



GRAPHIQUE N° 3 .

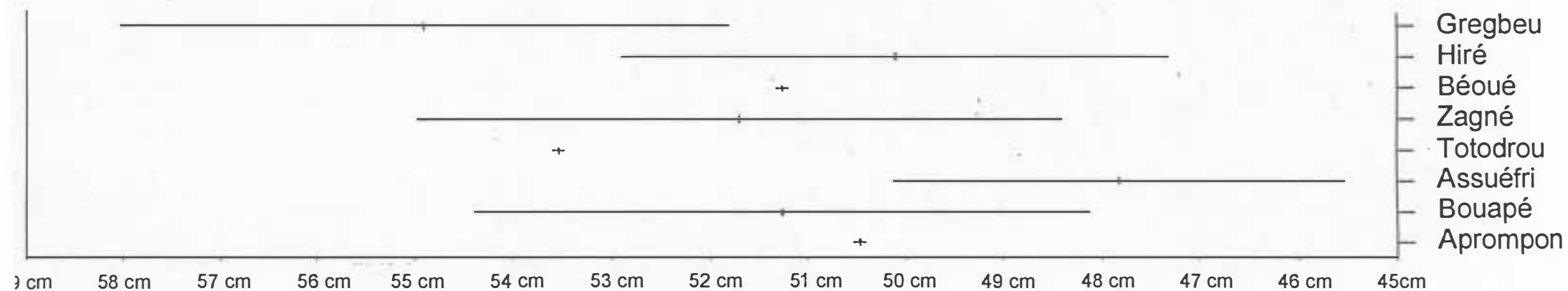


GRAPHIQUE N° 4 .

CIRCONFERENCE A 1,30 m.

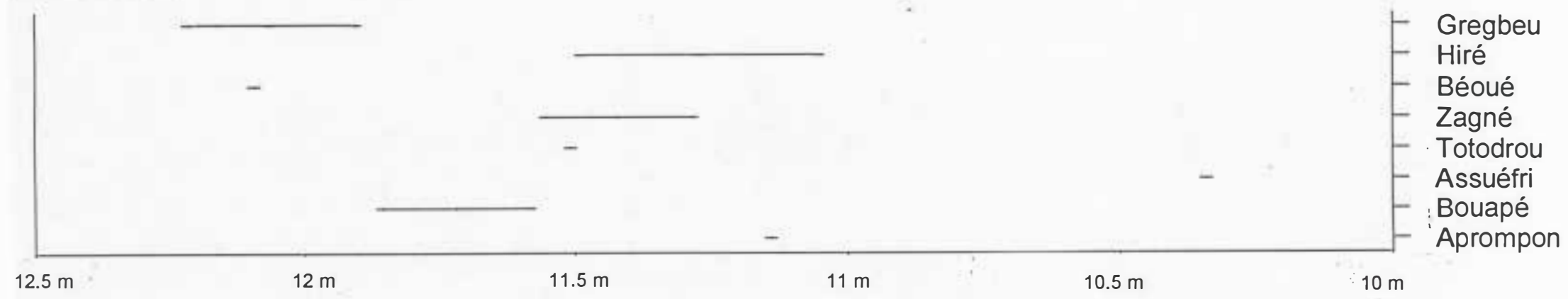
APHIQUE N°5.

Valeurs moyennes et écarts types génétiques par descendance.



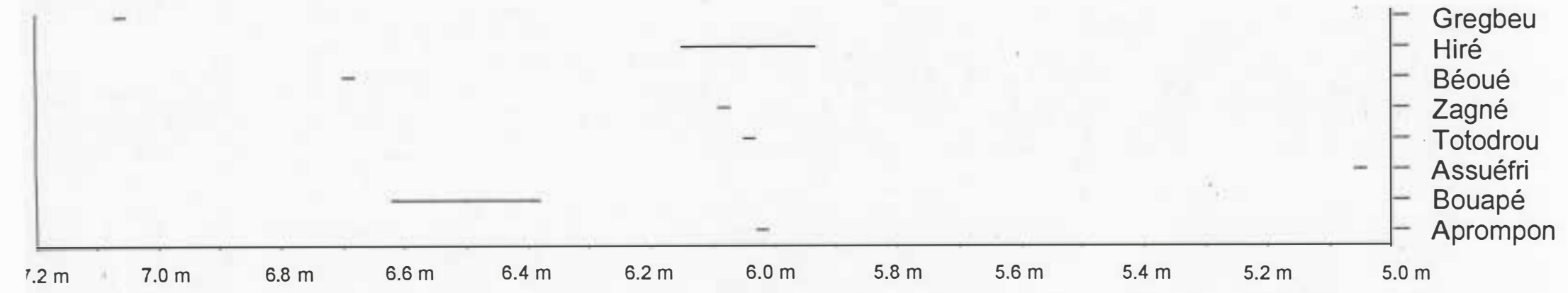
GRAPHIQUE N°6.

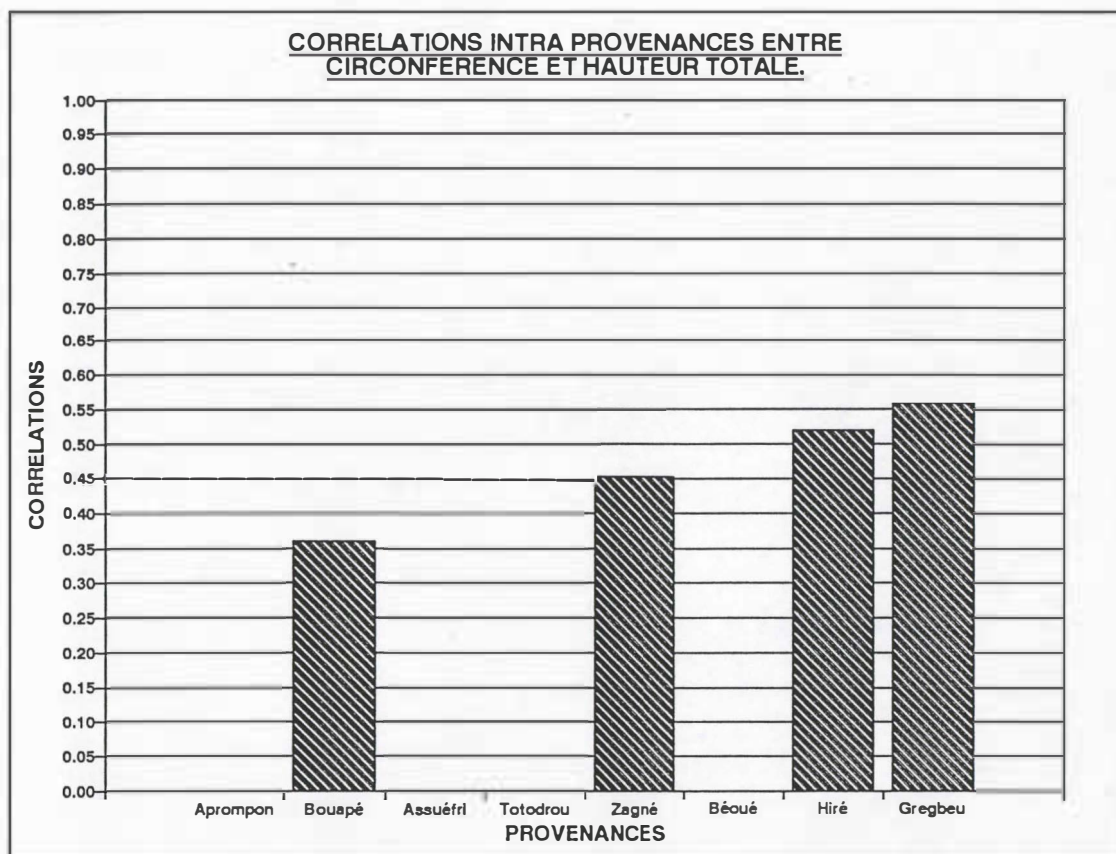
HAUTEUR TOTALE.
Valeurs moyennes et écarts types génétiques par descendance.



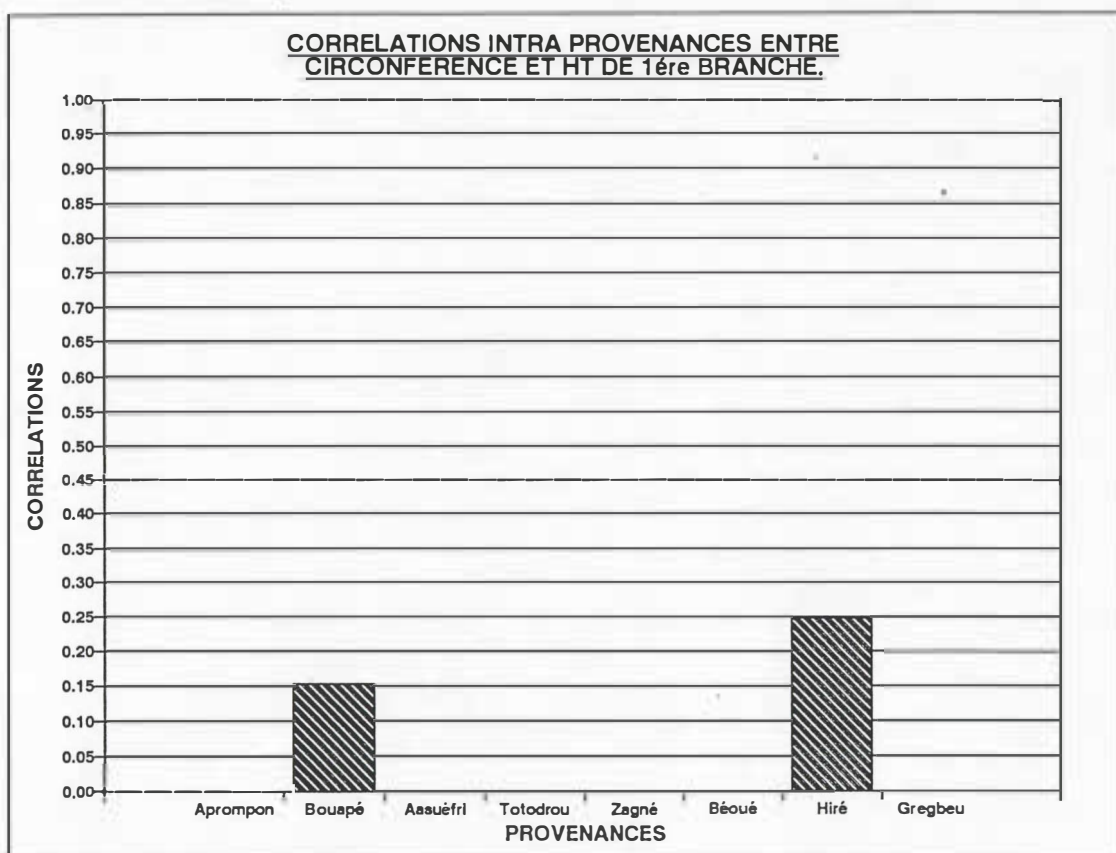
GRAPHIQUE N°7.

HAUTEUR DE PREMIERE BRANCHE.
Valeurs moyennes et écarts types génétiques par descendance.

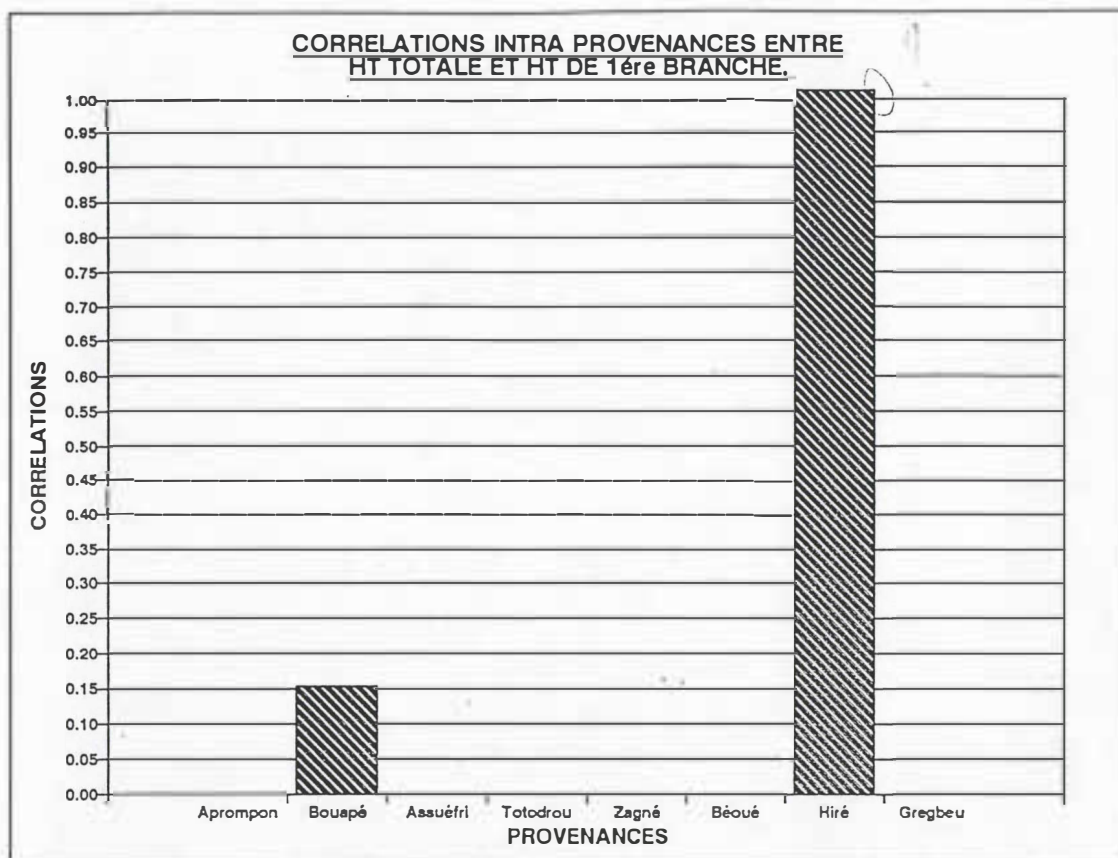




GRAPHIQUE N°8.



GRAPHIQUE N°9.



GRAPHIQUE N° 70.

